



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 31 392 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 02 B 1/11**

②① Aktenzeichen: 198 31 392.6  
②② Anmeldetag: 14. 7. 1998  
④③ Offenlegungstag: 3. 2. 2000

DE 198 31 392 A 1

⑦① Anmelder:

Leica Microsystems Wetzlar GmbH, 35578 Wetzlar,  
DE

⑦② Erfinder:

Gunkel, Claus, Dr., 35315 Homberg, DE; Rüger,  
Monika, 70563 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Zweibereichs-Reflexionsminderung für den sichtbaren Spektralbereich und einer Wellenlänge von: (248 +/- 15)NM

DE 198 31 392 A 1

## Ziel

Darstellung einer reflexionsmindernden Beschichtung, die sowohl im sichtbaren Spektralbereich als auch für die Excimer-Wellenlänge (248 nm) wirkt. Dabei ist zusätzlich zu beachten, daß es sich bei dem Excimer-Laser anwendungsgemäß um einen Leistungslaser zur Materialbearbeitung handelt. Die Beschichtung muß deshalb eine entsprechend hohe Zerstörschwelle aufweisen.

Wird auf eine hochwertige Vergütung der Linsenoberflächen verzichtet, hat dies zur Folge, daß zur Erreichung der geforderten Mindestenergien am zu bearbeitenden Material ein Laser mit deutlich höherer Leistung eingesetzt werden muß. In dem hier beschichteten Objektiv sind acht Linsen (gleich 16 Glas-Luft-Flächen) für die Strahlführung von der Laserquelle bis zur Probe konstruktiv notwendig. Würde nun auf die hochwertige Vergütung verzichtet, hätte dies zur Folge, daß ein Reflexionsverlust von ca. 50% entstehen würde. Ein Laser mit doppelter Leistung müßte folglich eingesetzt werden. Da Anschaffungs- und Unterhaltskosten eines Excimer-Lasers eher überproportional mit dem Leistungszuwachs steigen, ist ersichtlich, daß sich der Aufwand für eine entsprechende Vergütung der Komponenten lohnt.

Ein weiterer Grund für den Einsatz hochwertiger Vergütungsschichten ist die Vermeidung von Falschlicht. Durch unkontrollierte Reflexionen an den optischen Komponenten kann es zu einer diffusen Hintergrundsbeleuchtung auf der Probe kommen, die einen von der Laserlichtintensität abhängigen definierten Materialabtrag erschwert.

Die gleichzeitige Reflexionsminderung für das sichtbare Spektrum erlaubt die in-Situ-Kontrolle der Strahlführung des Lasers auf der Probe und die Nutzung aller anderen in der Mikroskopie und Bildaufzeichnung üblichen Verfahren.

## Ergebnis

Die hier vorgestellte Zweibereichs-Reflexionsminderung erfüllt die o. g. Forderungen:

- für die UV-tauglichen Materialien Calciumfluorid, Lithiumfluorid, Quarz, Quarzglas und weitere Materialien, deren Brechzahl bei 248 nm kleiner/gleich 1,6 ist;
- dabei werden Zerstörschwellen von 3 J/cm<sup>2</sup> für Suprasil und 4 J/cm<sup>2</sup> für Calciumfluorid meßtechnisch belegt;
- die gemessene Reflexionsverminderung zeigt die Abb. 1 exemplarisch an Suprasil;
- die gemessene Transmissionserhöhung wird in Abb. 2 an einer beidseitig beschichteten 3 mm dicken Suprilscheibe gezeigt.

## Lösung

Das für die Realisierung notwendige Schichtsystem besteht aus neun Einzelschichten, die ihrerseits aus Magnesiumfluorid und Aluminiumoxid bestehen. Die Abb. 3 und 4 zeigen die Rechnungen für GaF<sub>2</sub>- und SiO<sub>2</sub>-Substrate. Sowohl bei den Substraten als auch den Schichtmaterialien wird die Dispersion bei der Berechnung berücksichtigt. Die Dicken werden in Lambda/4-Einheiten angegeben.

Die Brechzahlen dürfen um  $\pm 0,02$  schwanken; die Dicken um  $\pm 5\%$ . Der angenommene Einfallswinkel ist ( $0 \pm 15^\circ$ ).

1. Zweibereichs-Reflexionsminderungsschicht für den sichtbaren Spektralbereich, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie zusätzlich für eine Wellenlänge von  $\Lambda = (248 \pm 15)$  nm wirksam ist und folgenden, aus neun Schichten bestehenden Aufbau aufweist:

Substrat: Quarzglas (SiO<sub>2</sub>)

.373M

.390 K

2.086 M

.320 K

1.124 M

1.467 K

.689M

.320 K

1.044 M

Luft: 1.00,

wobei gilt: M=Magnesiumfluorid (MgF<sub>2</sub>); K=Aluminiumoxid (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>); Schichtdicken in Lambda/Viertel-Einheiten; Bezugswellenlänge: 300 nm; Einfallswinkel: ( $0 \pm 15$ ) Grad.

2. Zweibereichs-Reflexionsminderungsschicht für den sichtbaren Spektralbereich, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie zusätzlich für eine Wellenlänge von  $\Lambda = (248 \pm 15)$  nm wirksam ist und folgenden, aus neun Schichten bestehenden Aufbau aufweist:

Substrat: Calciumfluorid (CaF<sub>2</sub>)

.500 M

.320 K

2.086 M

.320 K

1.124 M

1.467 K

.570 M

.320 K

1.044 M

Luft: 1.00,

wobei gilt: M=Magnesiumfluorid (MgF<sub>2</sub>); K=Aluminiumoxid (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>); Schichtdicken in Lambda/Viertel-Einheiten; Bezugswellenlänge: 300 nm; Einfallswinkel: ( $0 \pm 15$ ) Grad.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

GOVERNMENT OF CANADA

Abb.: 1

Spektraler Verlauf der Reflexion eines erfindungsgemäß  
beschichteten Suprasil-Keils (Messkurve)

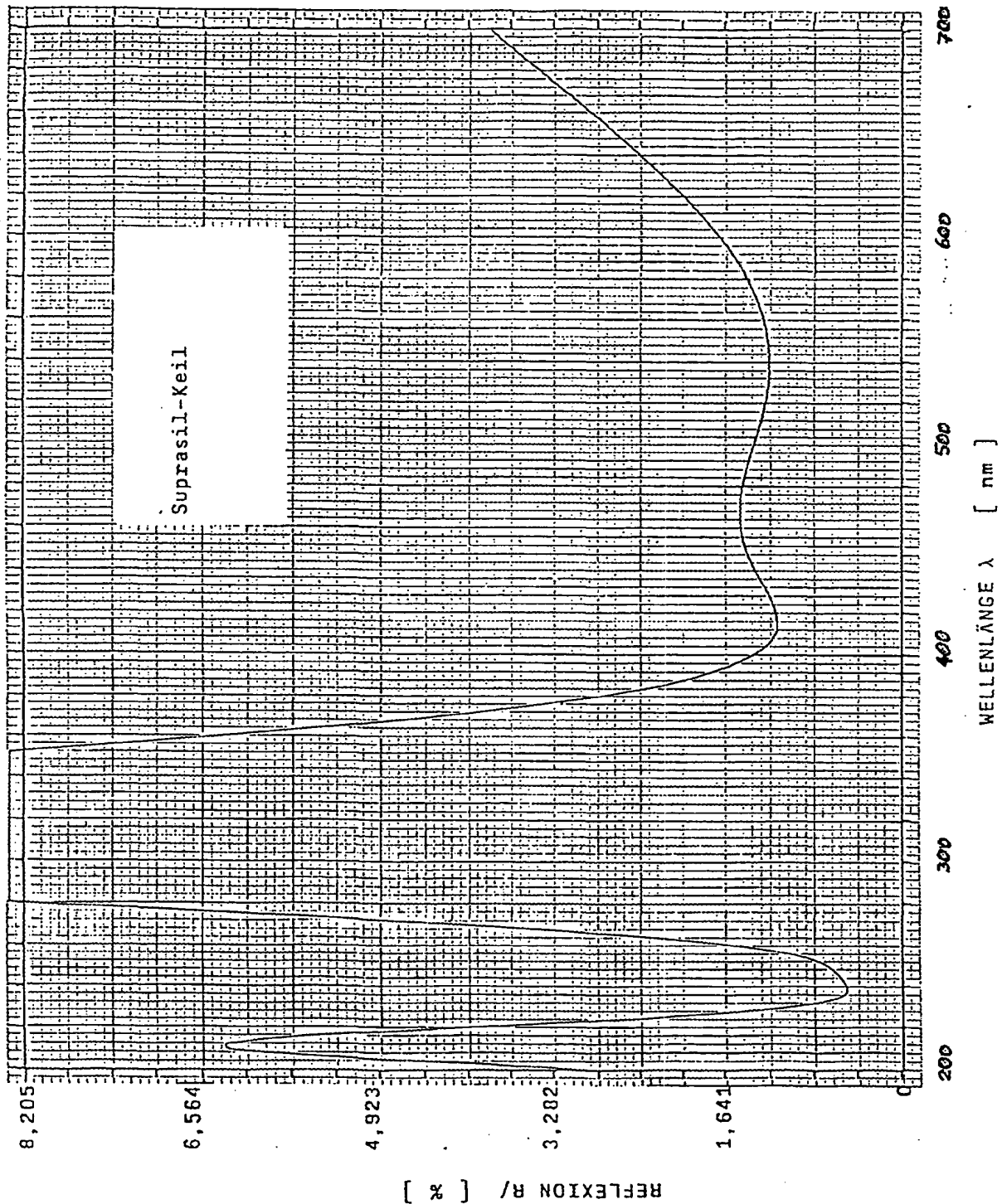
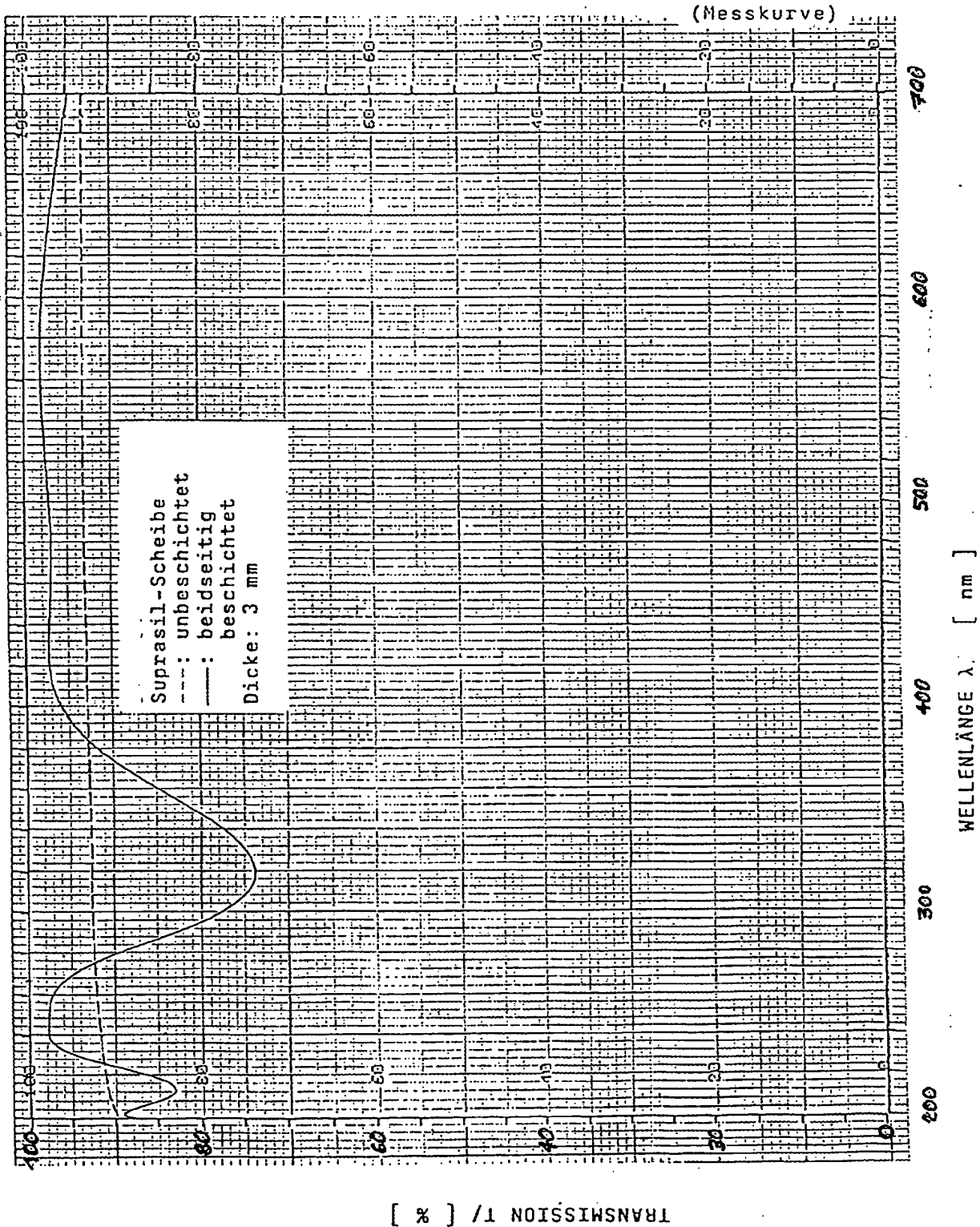


Abb. 2:

Spektraler Verlauf der Transmission einer 3mm  
dicken Suprasil-Scheibe ohne und mit erfindungsgemäßer Beschichtung



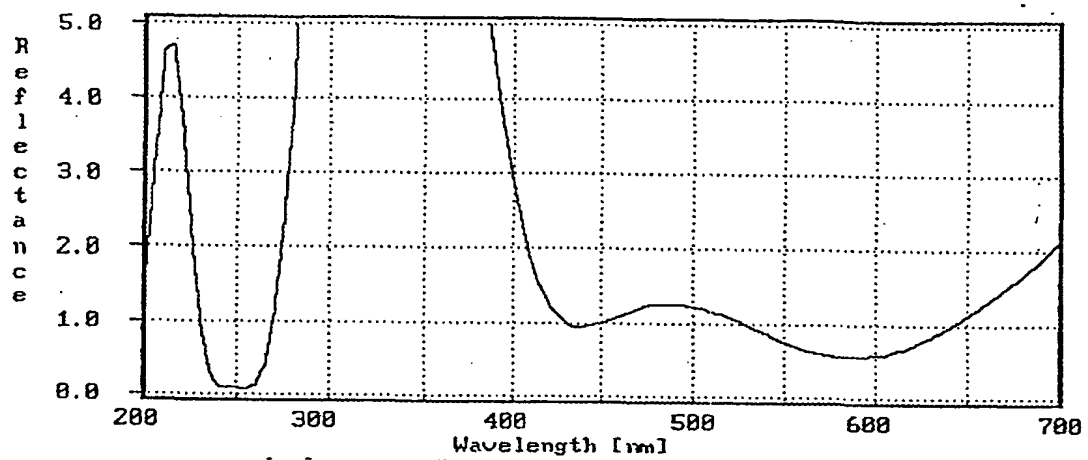


Abb. 3: Rechnung (Design) für Suprasil (Quartzglas).

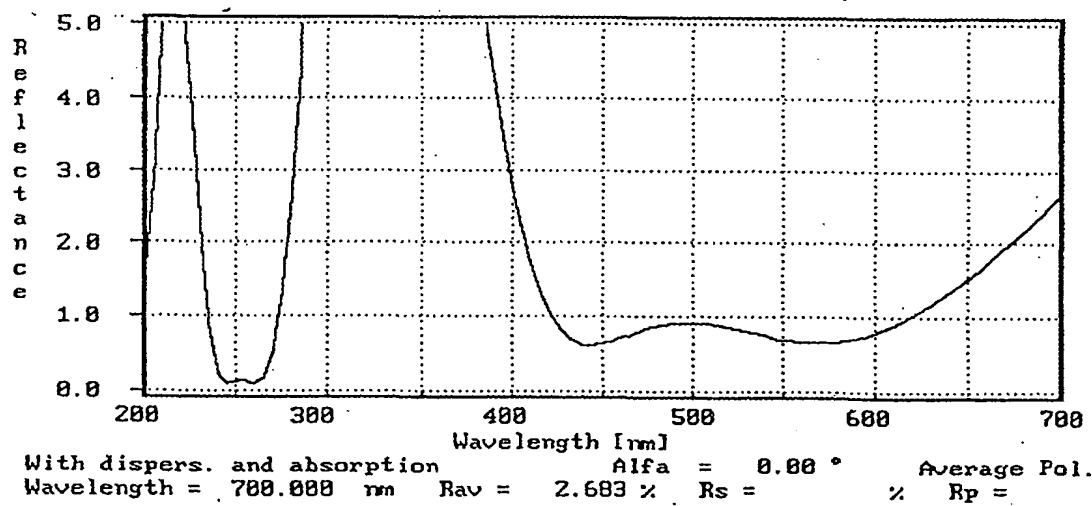


Abb. 4: Rechnung (Design) für Calciumfluorid.